

石川県における津波想定について

H24.4月

津波の想定について

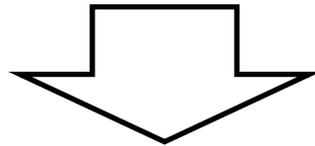
1 津波が起きる原因

海底の地盤変位(隆起・沈降)によって、津波は起こる。

→ 断層運動(地震)、火山の活動、海底地滑り など

2 想定すべき津波とは

- ・日本海側は、太平洋側のように明確なプレート境界が形成されていないといわれており、津波を引き起こす原因は、活断層による断層運動がほとんど
- ・火山活動や、海底地滑りによる津波も有り得るが、これらは、発生する津波を評価する方法で確立されたものがなく、想定を行うことが難しい。



想定津波は、海域での断層運動(活断層型地震)により発生する津波を対象とした

3 津波想定の手順

過去に起きた津波の調査

過去、石川県に襲来した津波の規模や場所などを把握

- ・歴史文献を調べる
- ・津波の痕跡を調べる

現在の海底の地質状況調査

海域において、地盤変位を起こす可能性がある活断層の分布状況を把握

- ・最新の海底地質調査結果を収集・分析

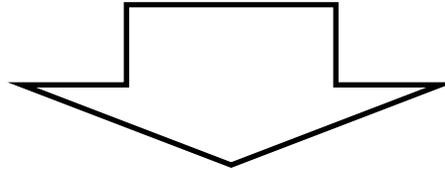
両方の調査結果を複合的に検証

想定波源の位置・規模を設定

最大規模の津波を想定する

東日本大震災を踏まえた、最大規模の津波を想定

- ・過去に起こった津波の規模を超える可能性を考慮する。
- ・科学的知見に基づく根拠のある設定とする。



【津波の発生源(波源)設定の基本方針】

波源の位置及び規模は、歴史文献調査に基づく津波発生状況を考慮のうえ、海底地質調査により判明している「活断層の状況」に基づき設定する。

また、海底地形等を踏まえた上で、複数の活断層が連動する可能性を最大限考慮する。

※ 個々の活動周期が500年～数千年の周期とされる活断層が複数同時に動く(連動する)可能性について、従前の判断基準にとらわれず、考え得る最悪のケースを想定する。

石川県に影響があったと考えられる津波に関する歴史文献記録 1

「最新版日本被害地震総覧」、「日本被害津波総覧」のほか、加賀藩史料、市町村史等の100冊以上の文献を調査し、23種の津波に関して、89件の記録を確認した。石川県に影響があったと考えられる津波の記録で、最古は701年の若狭湾での記録であり、最大は1833年の天保の地震による津波であった。

H7調査比較 前回: H7に記載 追加: 本調査で追加	年代	波源域 (推定地震規模)	主な記述
文献追加	701.5.12 大宝元年	丹波・若狭湾 不明	※1:「凡海郷(若狭湾内舞鶴沖にあった島が海中に没し、旧山頂が海面上に残っている。現在の冠島と覆島であるといわれているが地学的根拠はない。) →石川県西岸にも、弱い津波が到達したと推定される。 ※6 舟波国で地震が3日続いた。若狭湾内の島が海中に没したということは、史学的・地学的に否定された。
文献追加	850.11.27 嘉祥3年10月16日	山形県沿岸 (出羽庄内) (M7)	※1.※2.※6:「最上川の岸崩る。海水は国府から6里のところまで迫った。」 →石川県には弱い津波が到達したものと思われる。 ※3 出典では削除
文献追加	863.7.10 貞観5年6月17日	越中・越後 (M7以上)	※1: 山崩れ谷埋まり、水湧き、民家破壊し、圧死者多数。 ※16: 越中・越後・出羽の地大に震い、海陸一帯津波に罹り、土地を侵蝕し、民家を侵流す。
文献追加	887.8.2 仁和3年7月6日	新潟県南部沖 M=6.5	※1:「越後で津波を伴い、溺死者数千という。」 ※2:「越後国地震、津波を伴う。海鳴り潮陸にみなぎりて、溺死せしもの数千人」と『佐渡年代記』にあるが、正史に記されておらず、疑わしい。」 ※3 出典では削除
追加	1092.9.13 寛治6年8月3日	新潟県沖 (不明)	※1.※3:「柏崎～岩船の沿岸、海府浦・親不知大津波に襲われる。』『紫雲寺新田由来記』(付記)に「大津波大地震浦原岩船陸地となる(地殻変動?)」とある。これ以外地震状況の記録が無い。 ※15: 津波に関する記述あり ※16: 越後沿岸一帯に大津波あり
文献追加	1341.10.31 興国2年9月13日	青森県西方沖 不明	※2:「東日流つがる」外三郡誌』によれば、朝地震とともに三丈余(9m)の津波が津軽半島の十三湊を襲い26,000人が溺死したとある。 ※3 出典では削除
文献追加	1614.11.26 慶長19年10月25日	越後高田 (京都) (M7.0～7.5)	※1:「高田で大地震・大津波、死者あり」 ※6: 従来、越後高田の地震とされてきたもの。「東海道・南海道各地で地震強く、津波があった。」一確実性が十分ではない。
前回	1729.8.1 享保14年7月7日	能登・佐渡 (M6.6～7.0)	※1: 能登半島先端で被害大。穴水・七尾間で海岸崩れあり。 ※17.※20: 地震に関する記述あるも津波に関しては明記なし
文献追加	1741.8.29 寛保1年7月19日	北海道南西沖 (渡島沖) (M6.9)	※1: 石川県七浦に津波、人畜被害ありという。 ※2.※3: 佐渡では相川・海府が浸水、鷲崎で流出家屋あり、石川県七浦村(風至郡門前町皆月)にも災害があった模様。 ※6: 能登七浦く門前町で被害があった、波高2～3m。 ※13: 能登七浦(門前町)で「人畜の被害少なからず(七浦村史)とあり、河川に遡上したと伝えられている。 (p542, p535 図13, p540 図2にて確認可能) ※17: 寛保元年七月十九日朝七浦の近海に大海嘯あり、人畜の被害少なからず、以上は凡て碧雲寺の過去帳に見えたり。 ※20: 津波に関する記載あり。
文献追加	1762.10.31 宝暦12年11月15日	新潟県沖 (M6.6)	※1: 輪島村で津波、潮入り5軒。願村で流失18軒など。 ※2.※3: 津波によって佐渡北端の両津市願が全部流失。同市輪島で26戸流失。 ※3: 両津・油川(陸奥湾)・能登七浦などの大型湾内の波高が目立って大きく、津波の周期がやや長周期成分を含んでいることを示している。 ※5.※6: 津波があった。願村全戸、輪島村で26戸流失
前回	1799.6.29 寛政11年5月16日	加賀 (M6)	※1: 金沢で被害最大。上下動が激しかったらしく、屋根石が1尺(30cm)飛び上がった。石灯籠の竿石が6尺(1.8m)飛び上がった。田の水が板のようになって3～4尺(約1m)あがったなどという記事が見える。 ※11: 津波は犀川河口の金石(宮腰)を襲い、「宮腰津波あり、人家百軒をかきさらい、溺死多し」と記録されている。 ※13: p539 表11に記載あり ※18: 地震に関する記載あり。 ※21: 宮腰海嘯二百餘戸流失(地震記/金沢市立図書館 富田文庫を引用)
追加	1802.12.9 享和2年11月15日	佐渡 (M6.5～7.0)	※1.※3: 佐渡の西南海岸(沢崎～赤泊間)は隆起した。佐渡の郷土誌に津波の記述があるが、正史に見当らず。 ※21: 津波に関する記載あり。
前回	1833.12.7 天保4年10月26日	山形県沖 (M7.5)	※2.※3: 輪島では地震後10日ばかり潮が引いたが、第1波で床上浸水し、第3波で最大となり、家屋流失および半潰365、溺死47。能登半島と隠岐島は遠隔にもかかわらず3mを超す高さとなったことは、1983年日本海中部地震津波と著しい共通性をもっている。 ※4: 津波は3波にわたって町を襲い、最も大きい第3波は高さ5.6間(約8m)で、河原田川を1km以上も逆流した。 ※5.※6: 能登で地震が強く、輪島で1,460軒中流失200余、皆潰れ111、溺死者47。 ※10: 天保4年10月下旬屋7ツ時頃大なる地震ありて、7ツ時過、磯端波引事凡十町許、輪島沖に大蛇岩という岩あり、舟方逆路に障る所、此岩を知て舟を廻らすこと第一とする由。～ 此一枚の波にて、河合、風至の両町に家引き取らる事300軒。欲にまよいし人、或は老人、産婦等都て走り後れたるもの死人百余人とぞ、庄屋の何某も身の毛のよだつとぞ斬り。実に稀有の事也。此段海浜の人は心得置くべき事なり。 ※11: 能登半島にも押し寄せ、輪島の町に浸水した(p92)。函館・輪島などの遠隔地にも、天保津波は被害を与え、1964年の津波の規模を上回った(p93)。 ※13: 3波目が最高波になり、輪島川を1kmほど遡上して橋を大破し、浜に面したところでは300mほど町内に溢れたとある。 ※14: ……以上の考察から、輪島での浸水深は風至町と河井町での値を平均した五・七メートル程度と推定され、… ※18: 能州輪島等津波 ※20: 津波に関する記載あり。 ※24: 敦賀市野々の豪農栗田家に伝わる「年々跡書帳」に「の(能登)の輪嶋(輪嶋)と大津波のよし、大家といふべきことなり」と記述あり。

石川県に影響があったと考えられる津波に関する歴史文献記録 2

H7調査比較 前回: H7に記載 今回: 本調査で追加	年代	波源域 (推定地震規模)	主な記述
追加	1855.2.25 安政2年1月9日	不明	※19: 五十三次十宿地震くつれ同廿七宿津波地志同六宿
前回	1892.12.9 明治25年12月9日	石川県西岸 (M6.4)	※1: 加賀・越中の海岸で潮位の異常ありという資料少なく疑わしきか。 ※2※3※9: 石川および富山県の海岸で潮位の異常が記録されている。おそらく弱い津波を目撃したものとされる。 ※11: 羽咋郡に家屋破損、地割れを起こした地震があり、加賀・越中海岸で異常潮位が記録されている。 ※12: 被害規模 2 (家屋の破損、道路の損壊などが生じる程度の小被害) p407表内にて確認。 ※13: p539 表1に記載あり。
追加	1915 大正4年ごろ	不明 (不明)	※7: 大正四年頃 上大沢が大津波に洗われた。
追加	1917.1.18 大正6年1月18日	高潮であったと 考えられる	※8: 大正六年一月十八日 橋立村で津波が起こった。 ※9: 橋立村で高潮発生 大正六年(一九一七)一月十八日、発達した大陸からの季節風は暴風となり、大波を引き起こし、橋立漁港付近では高潮を発生させた。
追加	1940.8.2 昭和15年8月2日	北海道西方沖 (M7.5)	※1, ※2, ※3: 津波は日本海沿岸を襲った。 ※5: 被害はほとんどなく、津波による被害が大きかった。波高は、羽根・天塩2m、利尻3m、金沢・宮津1m。 ※6: 被害はほとんどなく有感区域もマグニチュードの割りに著しく狭い。日本海沿岸各地を襲った津波の高さは、利尻・苫前で3m、杓形く利尻町>・天塩・羽根・留萌・増毛・樺太西海岸で約2m、隠岐で1.5m。 ※13: 金沢市の金石、京都府丹後町、隠岐諸島でも水位異常に気付かれている(p534 図12で確認可能)。
前回	1964.6.16 昭和39年6月16日	新潟県沖 (M7.5)	※1: 図より、能登半島北部沿岸で最高水位1m未満程度 ※2※3: 津波の高さは、波源域に直面する本州側の対岸で最大となり、平均海面より3~4mに達した。さらに、北は男鹿半島、西は能登半島付近まで1~2m、佐渡の高津湾、船川港、七尾湾などで2~3mとなり、若干の被害を生じた。 ※5: 津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。 ※13: p542 図6にて確認可能
前回	1983.5.26 昭和58年5月26日	秋田県沖 (M7.7)	※1: 波源域に近いところで(津波痕跡高は)10m以上となり、島や半島で高くなっているところがある。例えば奥尻島、能登半島などである。富来町前浜港で津波痕跡高さ2.5m (※2, ※3においても確認できる) ※5: 石川・京都・島根など遠方の府県にも津波による被害が生じた。 ※6: 佐渡関漁港で波高5m、能登半島で2~3m、朝鮮半島東岸でも死者3、船舶の転覆・沈没・流失等かなりの被害を生じた。 ※13: 遠く能登半島や隠岐島でも津波3mに達したところもあり、また韓国北部の一部で4m程度の高さに達した(p496)。 狼煙で2.5m、輪島で2.0m、福浦で1.8mとやや大きい値を示している。注目すべきは輪島の約50km沖合にある輪島島であって、5mもの津波高が報告されている。能登半島で出た被害の主なものは、負傷3人(輪島港)、全半壊3と浸水6(すべて輪島島)、漁船被害67隻(うち福浦南港26隻、輪島港5隻、狼煙港6隻)である(p523)。 日本海中部地震津波では能登北部の外浦で2~3mに達したが、東部沿岸の内浦では50cm前後であった(p542)。
前回	1993.2.7 平成5年2月7日	能登半島北方沖 (M6.6)	※1: 輪島に小津波(最大波高26cm)あり。 ※3: 表181-1に能登半島沖の津波の最大振幅を示す。【最大振幅】金沢港: 32cm、輪島港: 51cm、輪島: 25cm、宇出津港: 18cm
文献追加	1993.7.12 平成5年7月12日	北海道南西沖 (M7.8)	※1: 津波は日本海沿岸各地を襲った。 ※3: 表182-2に北海道南西沖津波の最大振幅を示す。【最大振幅】金沢港: 57cm、輪島港: 188cm、輪島: 74cm、宇出津港: 58cm ※6: 津波は渡島半島西岸にも大被害をもたらし、さらに日本海全域に波及し、北海道から九州に至る各地、韓国、ロシア沿海州などで浸水、漁船流失などの被害が出た。
追加 (H7以降)	2007.3.25 平成19年3月25日	能登半島沖 (M6.9)	※5: 珠洲と金沢で0.2mの津波。

本調査で追加

※1: 最新版日本被害地震総覧[416]-2001/宇佐美龍夫(2003.4.15), 東京大学出版会

※3: 日本被害津波総覧【第2版】/渡辺偉夫(1998.2.25), 東京大学出版会

※5: 理科年表 第84冊(平成23年)/国立天文台(2010.11), 丸善

※7: 西保村史/伊藤和吉(1960), 輪島市西保公民館

※9: 橋立町史/橋立町史編集委員会(1997.3), 橋立町史編集委員会

※11: 歴史津波-その挙動を探る-/羽鳥徳太郎(1977.5.1), 海洋出版株式会社

※12: 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表 1885年~1980年, 東京大学地震研究所彙報 Vol.57

※13: 月刊海洋科学 日本海中部地震津波/三好寿丸(1984.9.1), 海洋出版株式会社

※15: 日本中世気象災害年表稿/藤木久志編(2007.11), 高志書院

※17: 新収日本地震史料第3巻/東京大学地震研究所編(1983.3), 東京大学地震研究所

※19: 新収日本地震史料第5巻/東京大学地震研究所編(1985.3), 東京大学地震研究所

※21: 新収日本地震史料続補遺/東京大学地震研究所編(1993.3), 東京大学地震研究所

※23: 石川県現代篇(4)/石川県編(1972), 石川県

別紙: 調査済み文献一覧

※2: 日本被害津波総覧/渡辺偉夫(1985.11.25), 東京大学出版会

※4: 加賀藩史料(金沢市立玉川図書館近世史料館)

※6: 地震の事典/宇津徳治(1987), 朝倉書店

※8: 加賀市史(通史下巻)/加賀市・加賀市史編纂委員会(1979.10), 加賀市

※10: 輪島町史<復刻版>/ (1984)

※14: 続古地震 実像と虚像/萩原尊禮(1989.3), 東京大学出版会

※16: 新収日本地震史料第1巻/東京大学地震研究所編(1981.3), 東京大学地震研究所

※18: 新収日本地震史料第4巻/東京大学地震研究所編(1984.3), 東京大学地震研究所

※20: 新収日本地震史料補遺/東京大学地震研究所編(1989.3), 東京大学地震研究所

※22: 石川県史第5編/石川県編(1974), 石川県図書館協会

※24: 寛保津波に関する記事/北國新聞ホームページ(2011.8.17)

過去、石川県に被害をもたらした津波の概要

輪島や金沢での津波被害の記録がたびたび確認できる。

○歴史文献の記録からみられる石川県に襲来した津波の傾向

- ・東北や佐渡沖などを波源とする津波が多い
- ・記録は少ないが、石川県周辺が波源と考えられる津波もある。

○石川県における既往最大津波

1833年 天保の地震による津波(波源:山形県沖 M7.5)

加賀藩史料に輪島市で津波高が五、六間(9~11m)との記述があるが、具体的な地区まで分かるような記述はない。地区まで判別できる詳細な記録としては、輪島市内の神社所有の絵図に輪島市本町付近で5.8mと推定できる記述がある。また、輪島市鳳至町の土蔵に津波の痕跡があり、5.6mであったとする研究結果もある。このことから、少なくとも輪島に6m弱の津波があったものと考えられる。

4 石川県周辺の津波発生環境

過去の津波発生状況と最新の海底地質調査により、波源を想定すべき場所は概ね右図の海域である。

○日本海東縁部

過去、石川県に影響を及ぼした津波の主な発生源

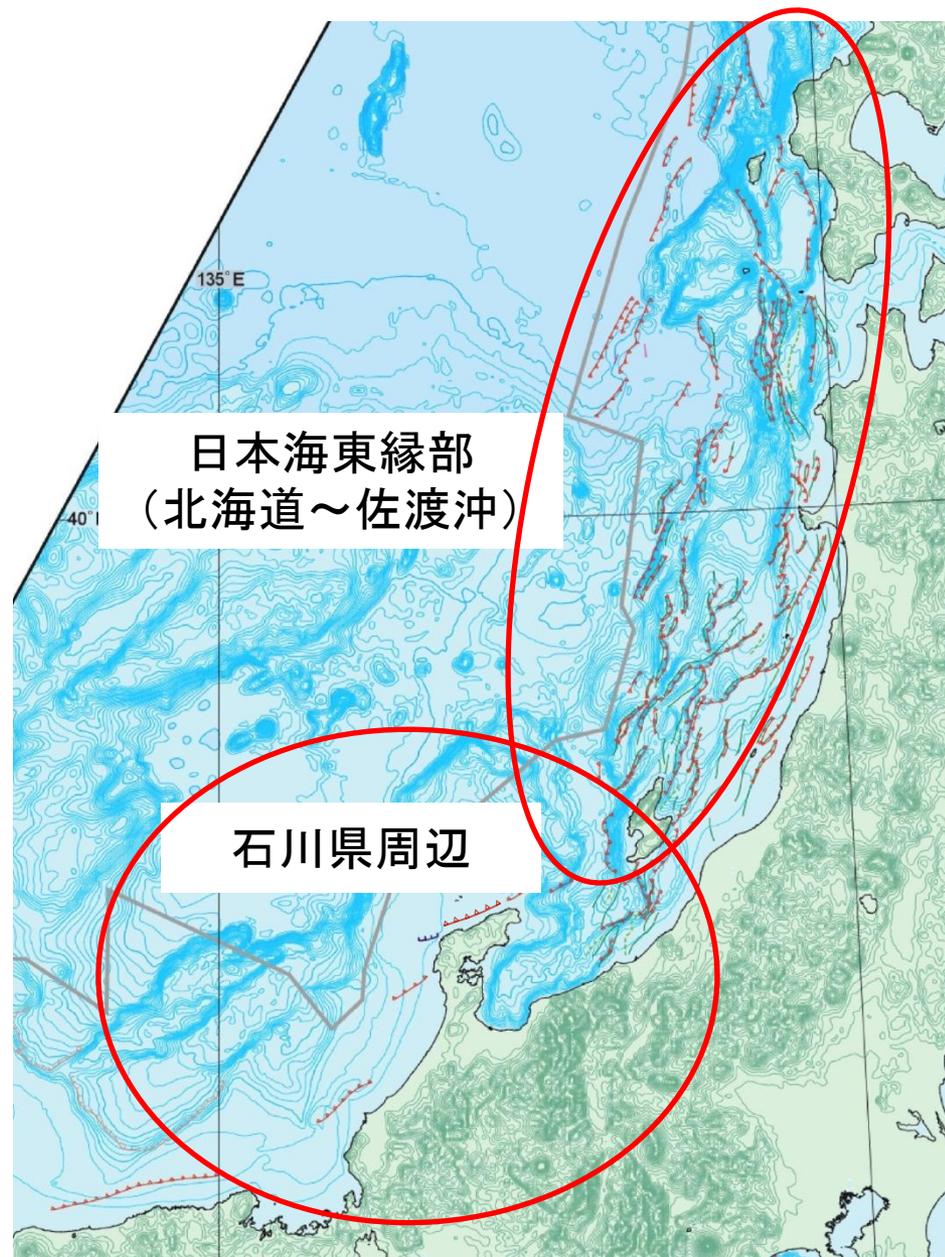
ひずみ集中帯と呼ばれる海域で、地質調査図でも多数の活断層が確認できる。

○石川県周辺

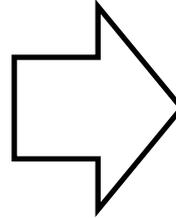
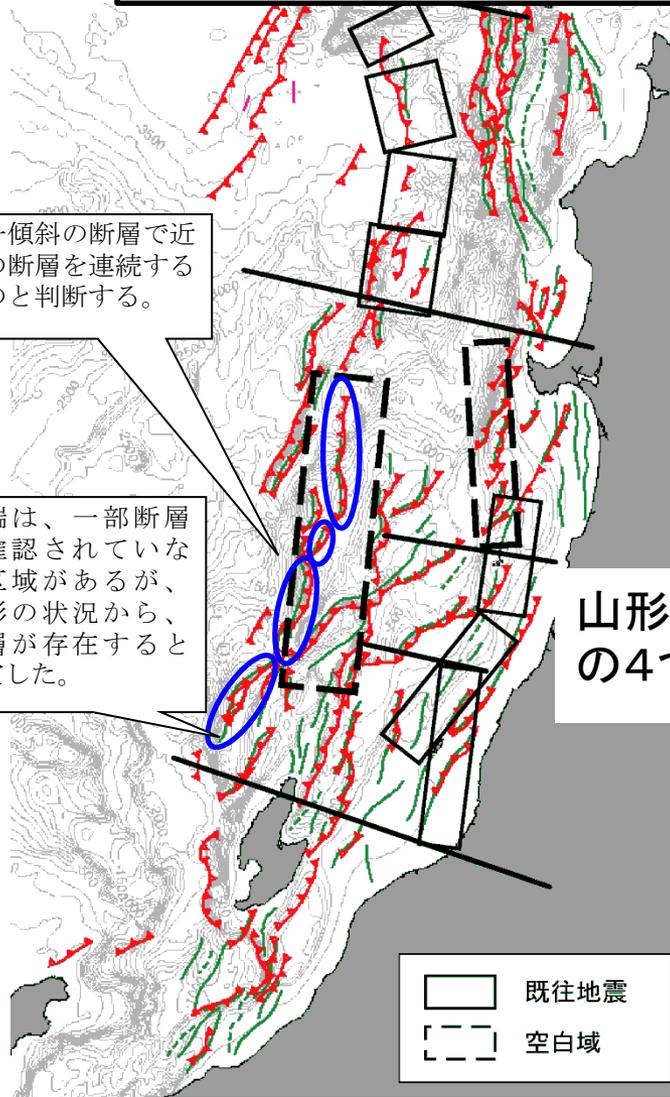
過去の記録では、明確には分からないが、近年の海底地質調査で、周辺の海域にいくつか注意すべき活断層が確認できる。



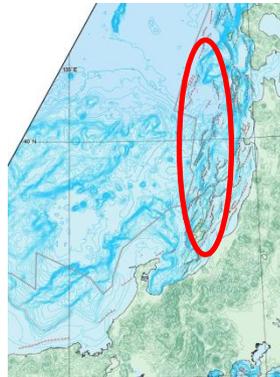
3方向を海に囲まれている石川県の地形を考慮して、3方向それぞれの海域で波源を想定する。



日本海東縁部における活断層の分布



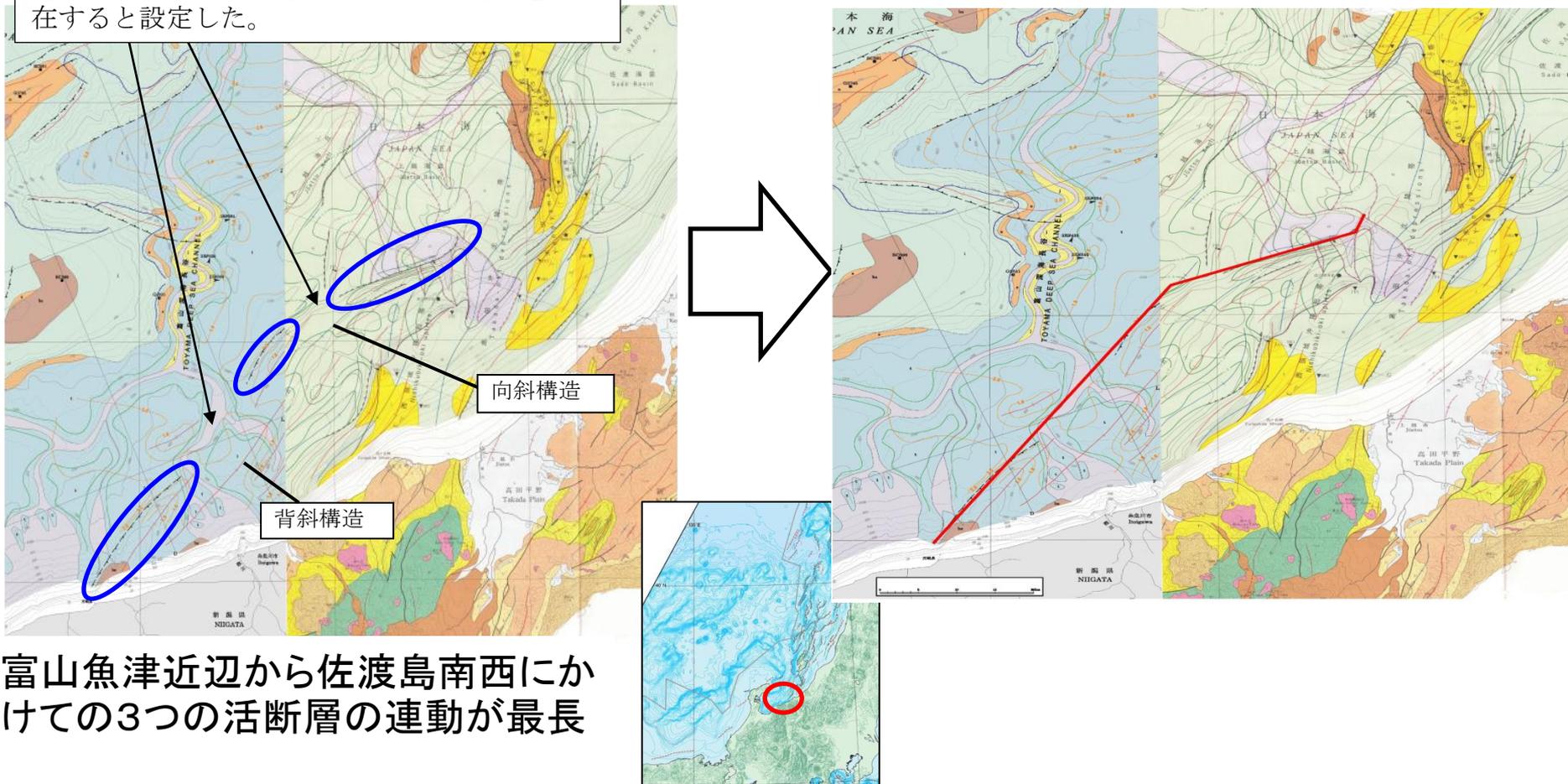
山形県沖から佐渡島にかけての4つの活断層の連動が最長



4つの活断層が連動すると想定し、断層長は167kmと設定した

石川県周辺1(能登半島東方沖)における活断層の分布

一部断層が確認されていない区間が存在するが、地形の状況から未確認区間についても断層が存在すると設定した。

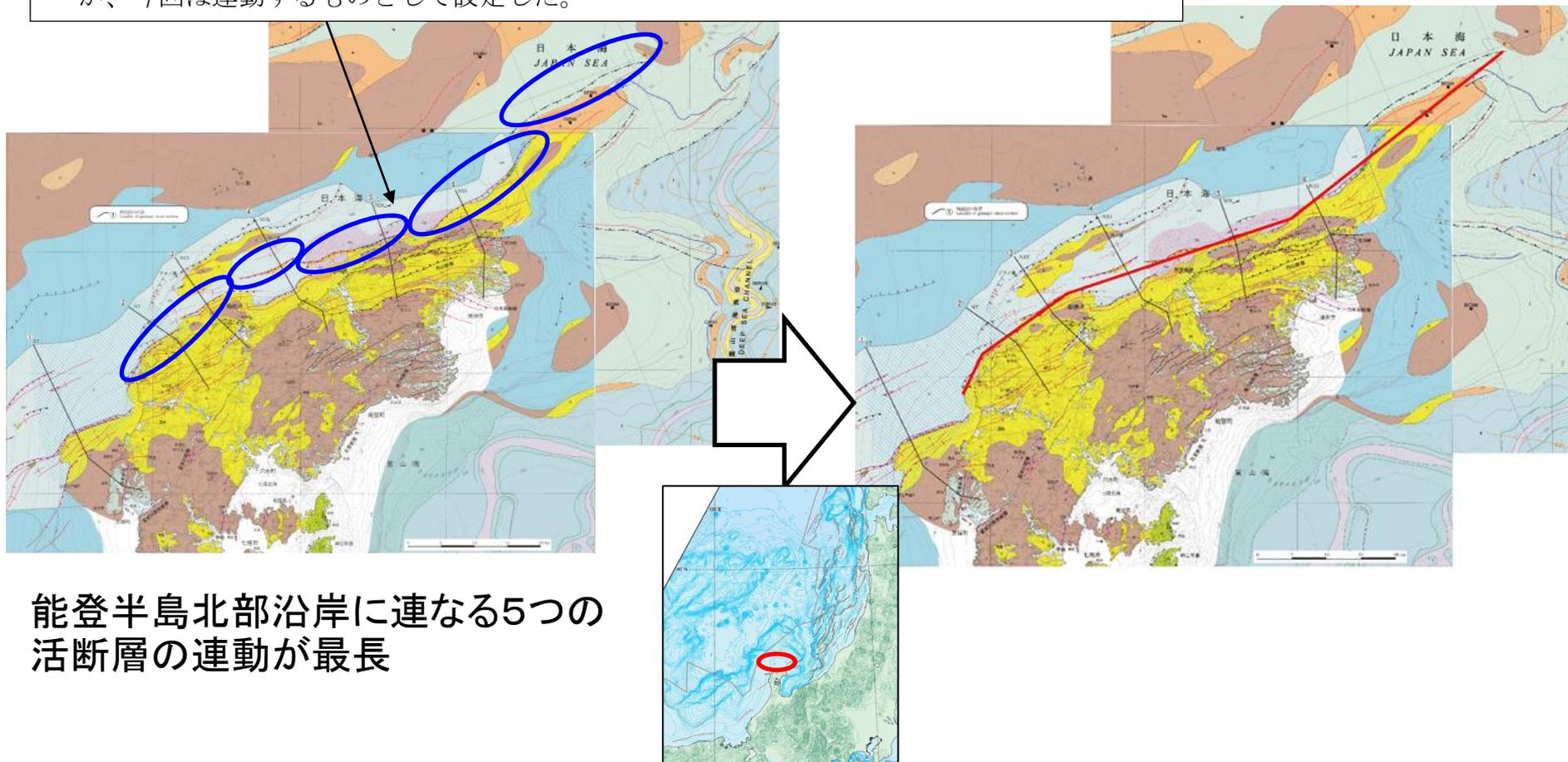


3つの活断層が連動すると想定し、
断層長は82kmと設定した

石川県周辺2(能登半島北方沖)における活断層の分布

同一傾斜(能登半島陸域に向かって傾斜)の断層群を最大限連動するものとして設定する。

※北方沖の5つの活断層については、地質構造がことなり不連続、断層間を遮る構造の存在が認められるため5つが一括して連動するとは考えがたいとする見解もあるが、今回は連動するものとして設定した。



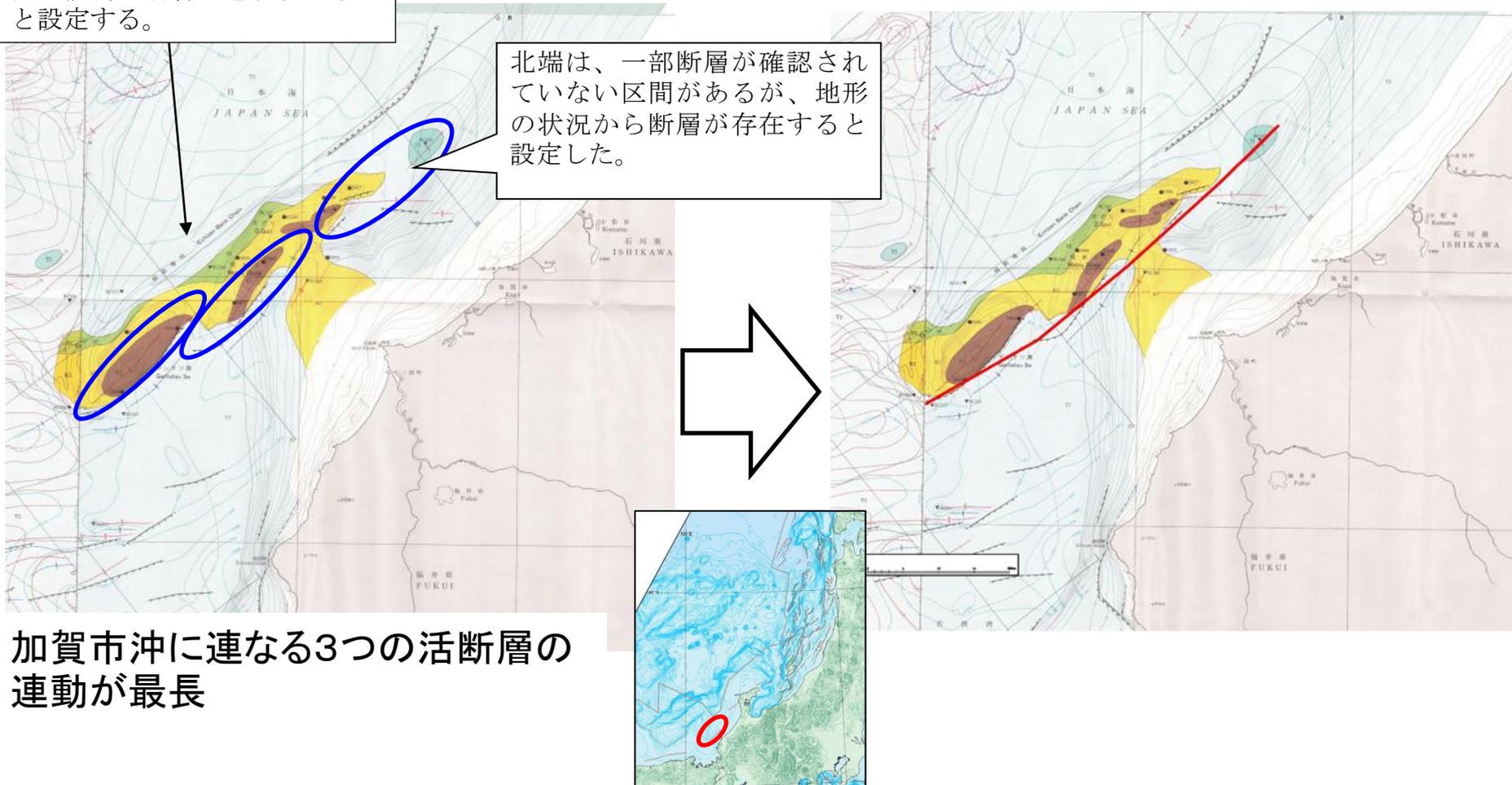
能登半島北部沿岸に連なる5つの活断層の連動が最長

5つの活断層が連動すると想定し、断層長は95kmと設定した

石川県周辺3(石川県西方沖)における活断層の分布

同一傾斜の断層を連動するものと設定する。

北端は、一部断層が確認されていない区間があるが、地形の状況から断層が存在すると設定した。



3つの活断層が連動すると想定し、断層長は65kmと設定した

5 断層モデルの設定

海底の断層が動き、地盤が上下すると、その上に乗っている水が動き、津波となる。地盤が上下する高さや範囲が大きいほど、最初に盛り上がる波は大きく、最初に動く水の量が多ければ、その分、大きな津波になる。つまり、断層の動く面積と地盤が上下する量が多いほど、津波の規模は大きくなる。

よって、津波をシミュレーションするためには、断層が動く面積と、どのくらい、どのように動くかを設定する必要がある。これを表わしたものを「断層モデル」という。

断層モデルの主なパラメータ

・断層の長さや幅(断層が動く面積)

断層の長さは、先に述べた海底地質調査結果から長さを測って設定する。断層の幅は、地震発生層の厚さ(日本海側の地震は海底から概ね15~20kmの範囲で発生している)と傾斜角から計算して設定する。

・マグニチュード

地震のエネルギー規模を表わす。断層の長さから計算して設定する。

・断層の傾斜角度

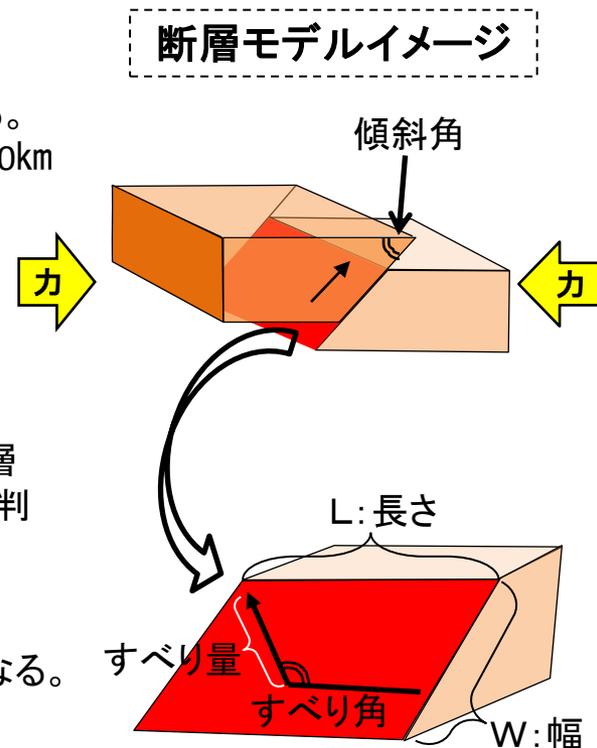
断層が水平方向に対してどれだけ傾いているかを示す。断層の幅や断層面上の水位上昇量の設定に影響する。過去に発生した地震の傾向から判断する。

・すべり角

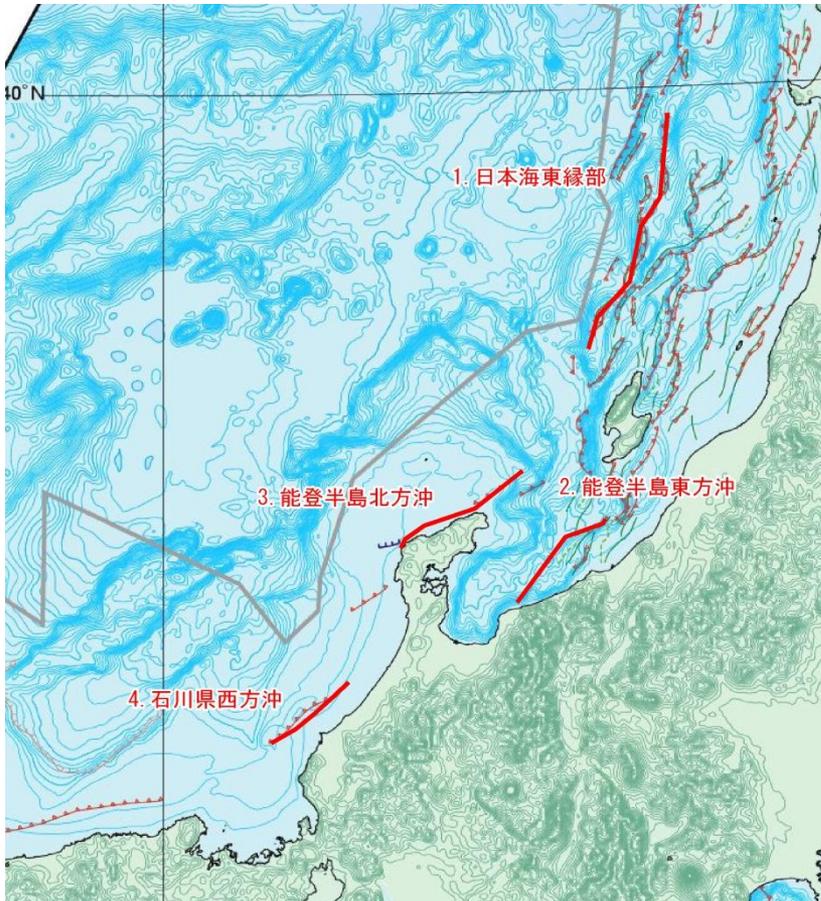
断層が動く方向のこと。垂直に近いほど、断層面上の水位上昇量が高くなる。過去に発生した地震の傾向などから設定する。

・すべり量

断層が動く距離のこと。断層面積とマグニチュード(エネルギー量)などから計算して設定する。



今回想定した4つの波源と断層モデル



波源名		1. 日本海東縁部	2. 能登半島東方沖	3. 能登半島北方沖	4. 石川県西方沖
想定 マグニチュード (気象庁マグニチュード)	Mw	7.99	7.58	7.66	7.44
	(M _J)	(8.5)	(8.0)	(8.1)	(7.8)
断層長 (km)	L	167	82	95	65
		(4つの断層 が連動)	(3つの断層 が連動)	(5つの断層 が連動)	(3つの断層 が連動)
幅 (km)	W	17.32	17.32	17.32	17.32
すべり量 (m)	D	12.01	5.94	6.76	4.62
傾斜角	θ	60	60	60	60
すべり角 (標準手法での計算値)	λ	90	90	90	90
		(90)	(90)	(130)	(121)

(断層長の設定について)

断層の長さは、通説とされている「5kmルール(5km以上離れている断層は連動を考慮しない)」にとらわれず、海底の地形状況等を考慮し、考え得る最大の長さで設定している。

(すべり角の設定について)

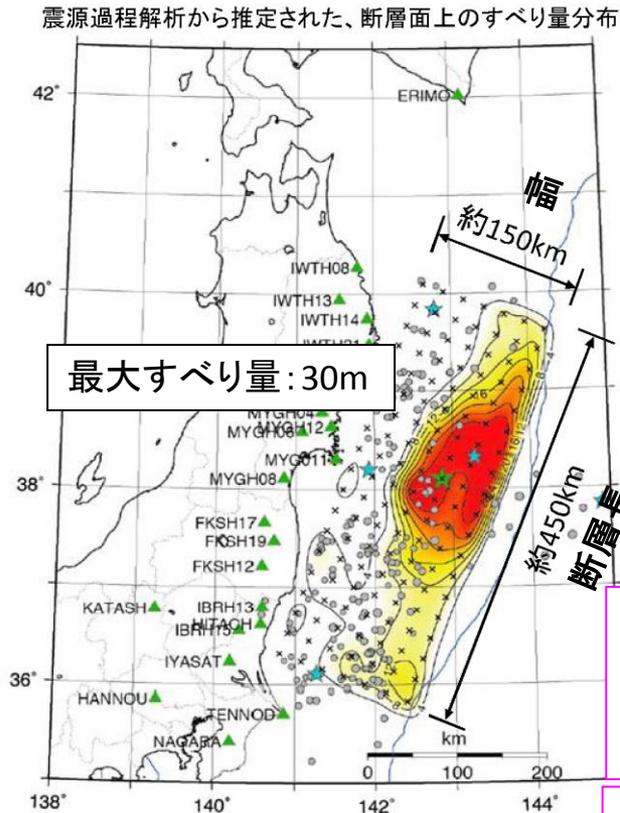
すべり角は、断層がどの方向に動くかを示すもので、津波の大きさに影響をあたえる。

従来の標準的な手法では、断層がずれる方向をそれぞれの断層に加わっている力の状況に応じて設定するが、今回は、津波発生時の水位上昇が最も大きくなるよう、一律、断層が垂直方向にずれるものと設定している。

東日本大震災との比較：断層規模（例：能登半島東方沖）

東日本大震災のようなプレート型地震では、非常に大きな面積が動くため、地震発生時に動く水の量が多く、範囲が広い、継続時間も長い津波が発生する。日本海側は太平洋側のようにプレートが潜り込んでいるような地形ではなく、発生している地震も活断層型である。活断層型はプレート型に比べ動く面積がはるかに小さいため、発生する津波は、範囲が小さく、継続時間も短い。

東日本大震災 Mw9.0

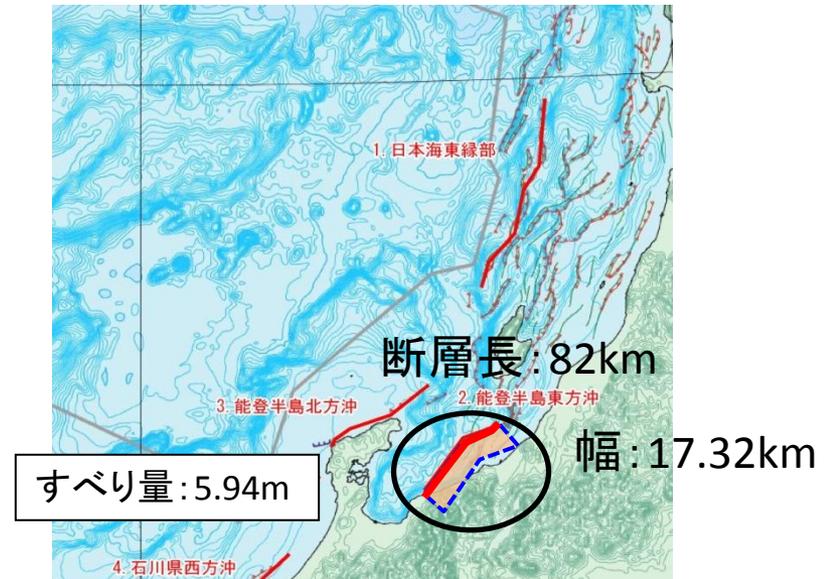


中央防災会議資料より

断層面積
450km × 150km
67,500km²

すべり量
30m

能登半島東方沖地震 Mw7.58



断層面積
82km × 17.32km
1,420km²

すべり量
5.94m

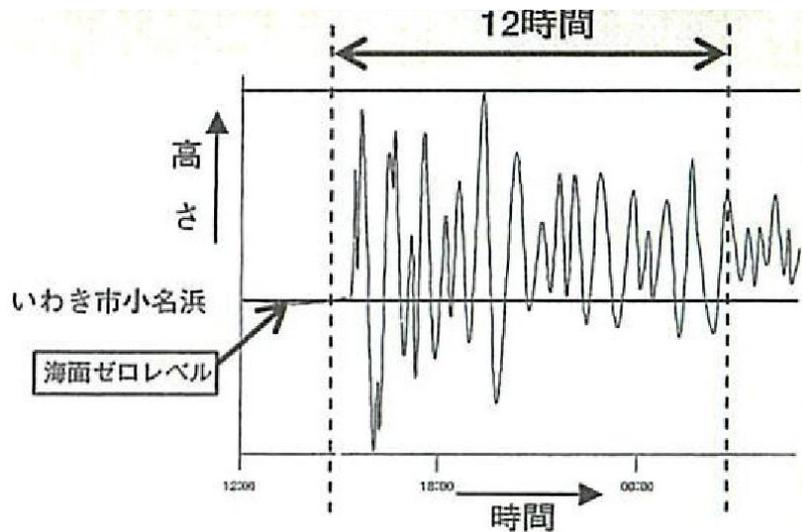
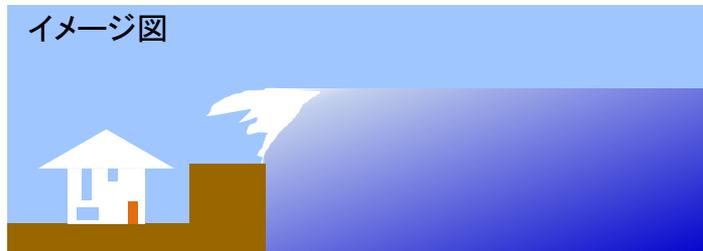
約50倍

約5倍

初期の津波流量が大きく異なる

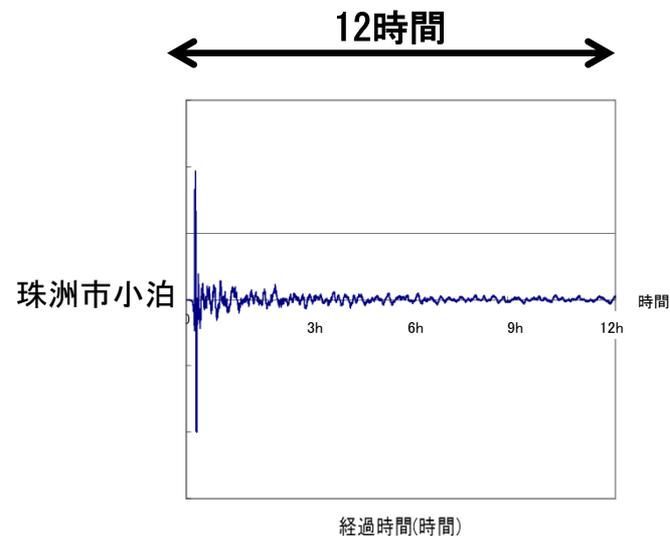
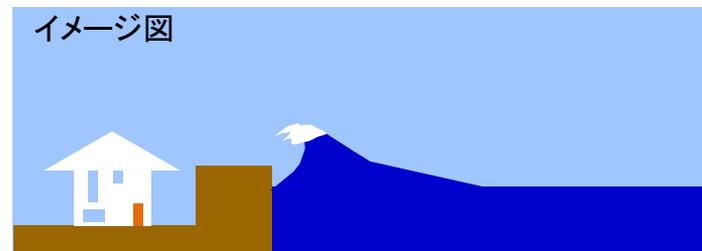
東日本大震災との比較：津波継続時間

東日本大震災 Mw9.0



12時間以最大級の津波が続いた地域もある

能登半島東方沖地震 Mw7.58



第一波が最も高く、波の継続時間は約3分程度であった

東日本大震災では、最大級津波が長時間にわたり何度も押し寄せたのに対し、本検討で設定した津波は、第一波が最も高くなるがその後は収束傾向にある。